

JOLANTA KORYCKA-SKORUPA  
Katedra Kartografii Uniwersytetu Warszawskiego  
j.skorupa@uw.edu.pl

## Trójkąt Osanna jako forma prezentacji danych statystycznych i legenda map tematycznych\*

**Zarys treści.** W artykule przedstawiono różne możliwości zastosowania w kartografii trójkąta Osanna, zwanego również wykresem trójkątnym. Po krótkim zarysowaniu historii tego sposobu prezentacji, szczegółowo omówiono jego właściwości oraz zasady konstrukcji. Pokazano różne sposoby czytania i interpretacji trójkąta, a także kartograficzne przykłady jego zastosowania.

**Słowa kluczowe:** wykres trójkątny, trójkąt Osanna, kartogram strukturalny, struktura zbiorowości, typologia

### 1. Wstęp

Trójkąt Osanna, zwany również wykresem trójkątnym, jest dość specyficznym sposobem prezentacji danych, który bywa stosowany w kartografii zarówno jako samoistna forma prezentacji, jak również legenda map tematycznych. O specyfice tego sposobu przedstawiania danych decydują nietypowe, bo trójskładnikowe dane oraz geometryczne właściwości wykresu trójkątnego.

### 2. Rys historyczny

Termin „trójkąt Osanna” pochodzi od nazwiska niemieckiego mineraloga Alfreda Karola Osanna (1859–1923), profesora Uniwersytetu we Freiburgu, który analizował minerały na podstawie składu atomowego i cząsteczkowego. Opracował on klasyfikację chemiczną skał, a wyniki tego opracowania przedstawił na wykresach trójkątnych<sup>1</sup>.

Pochodzący niewątpliwie od nazwiska autora termin „trójkąt Osanna” zatracił swoją oryginalną pisownię zapewne w wyniku pomyłek i w polskiej literaturze funkcjonuje obecnie jako „trójkąt Ossana” (K. Kocimowski, J. Kwiatek 1976; L. Ratajski 1989). Skoro zapis ten jest wynikiem pomyłek, zatem należy przywrócić jego oryginalną nazwę i wykres nazywać „trójkątem Osanna”.

Wcześniej wykres ten nazywany był „diagramem trójkątnym” (Ł. A. Byzow 1951), „wykresem punktów w trójkącie” (M. J. Ziomek 1958) oraz „wykresem trójkątnym” i „trójkątem Ossana” (L. Ratajski, B. Winid 1963) i „wykresem funkcyjnym trójukośnokątnym” (*Multilingual Dictionary of Technical Terms in Cartography* 1973).

Wykres trójkątny stosowano jednak już wcześniej. Zdaniem Ł. A. Byzowa (1951) ten rodzaj prezentacji danych początkowo był związany z nazwiskiem J. W. Gibbsa (1839–1902), amerykańskiego fizyka teoretyka, profesora Uniwersytetu Yale w New Haven, który w klasycznych pracach o równowagach chemicznych rozwinął metody graficznego odtworzenia przemian fazowych i opracował „diagram składu i właściwości” – wykres trójkątny do dziś określany w chemii fizycznej mianem „trójkąta Gibbsa”. W gleboznawstwie, hydrogeologii i sedymentologii taki sam wykres trójkątny, służący m. in. do przedstawiania chemizmu wód, składu osadów lub gruntów nazywany jest „trójkątem Fereta”.

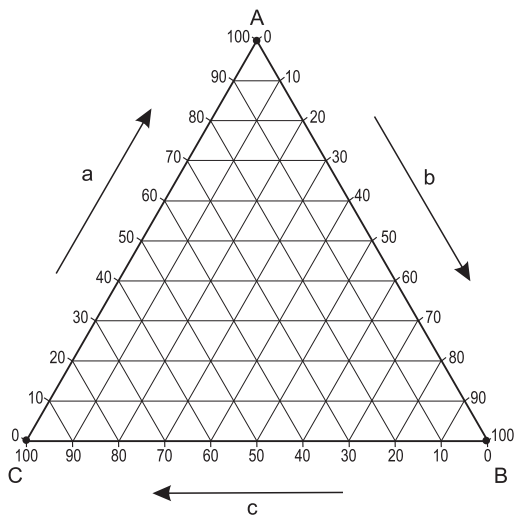
W XX wieku wykresy trójkątne zaczęto stosować w statystyce, technice, geodezji i ekonomii jako nomogramy, do obliczeń według określonych wzorów oraz do graficznej prezentacji określonych funkcji. Ten sposób przedstawiania różnych funkcji został jednak wyparty przez szybki rozwój komputerowych technik obliczeniowych.

\* Podczas przygotowywania niniejszego artykułu autorka korzystała z pracy licencjackiej Grzegorza Malmona pt. *Trójkąt Ossana jako forma prezentacji i legenda map tematycznych* napisanej pod jej kierunkiem w Katedrze Kartografii Uniwersytetu Warszawskiego w 2007 roku

<sup>1</sup> Klasyfikację tę można znaleźć w przetłumaczonym na język polski w 1937 roku podręczniku H. Rosenbuscha i A. Osanna.

### 3. Zasady konstrukcji

Trójkąt Osanna to wykres zależności trzech zmiennych umieszczony w trójkątnym układzie współrzędnych. Układ ten konstruuje się poprzez wyznaczenie na płaszczyźnie trzech równoodległych punktów A, B, C i poprowadzenie przez te punkty trzech linii prostych. W ten sposób otrzymujemy trójkąt równoboczny, który



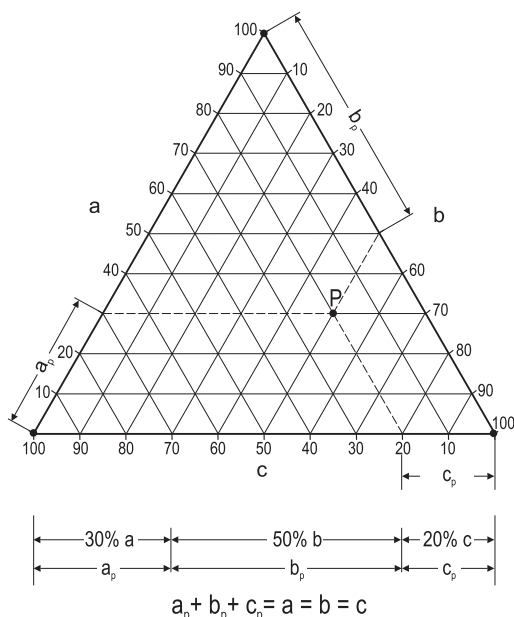
Ryc. 1. Konstrukcja trójkąta Osanna  
Fig. 1. Construction of Osanna triangle

stanowi powierzchnię wykresu. Boki trójkąta oznaczamy odpowiednio jako a, b i c. Położenie każdego punktu w obrębie trójkąta jest opisane przez trzy współrzędne, odczytane z odpowiednio (np. arytmetycznie, geometrycznie lub logarytmicznie) skalowanych osi. W celu zwiększenia czytelności informacji przedstawianych na wykresie, powierzchnię trójkąta dzieli się liniami równoległymi do jego boków. W ten sposób powstaje siatka wykresu, której gęstość warunkuje szczegółowość prezentacji danych i ułatwia ich odczytywanie. Jeżeli linie siatki są równoodległe, wówczas mamy do czynienia z siatką normalną, opartą na zasadzie arytmetycznie wyskalowanych osi. Nadając jednostkom na osiach wartości procentowe otrzymujemy wykres zamknięty, w którym każdy z boków trójkąta wyraża 100%. Każde dwie sąsiednie osie, najczęściej podzielone na 10 równych części, łączą się w punkcie, w którym jedna z oznaczonych na osiach zmiennych

przyjmuje wartość 0%, druga zaś 100%. Zdaniem L. Ratajskiego (1989) kierunek wzrostu wartości na osiach powinien być zgodny z ruchem wskazówek zegara i identyczny na każdym boku trójkąta. Trójkąt Osanna skonstruowany według przedstawionych zasad pokazano na rycinie 1.

### 4. Sposoby czytania

Czytanie trójkąta Osanna polega na określeniu położenia danego punktu P poprzez podanie trzech współrzędnych  $a_p$ ,  $b_p$ ,  $c_p$ , odczytanych na bokach trójkąta (ryc. 2a), na wysokościach wystawionych z jego boków (ryc. 2b) lub na liniach tworzących siatkę (ryc. 2c).

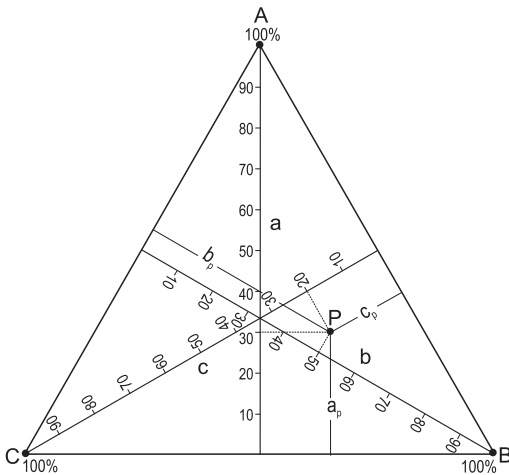


Ryc. 2a. Określenie współrzędnych punktu za pomocą pomiaru boków wykresu

Fig. 2a. Finding point coordinates on the sides of the diagram

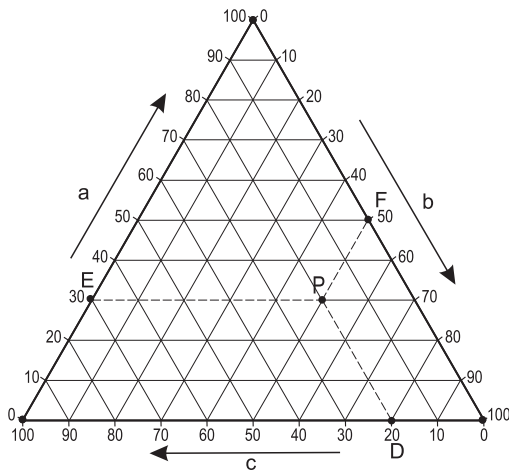
W celu wyznaczenia współrzędnych punktu P ( $a_p$ ,  $b_p$ ,  $c_p$ ) na podstawie boków trójkąta (ryc. 2a) należy narysować trzy odcinki przechodzące przez punkt P tak, by każdy z nich był równoległy do odpowiedniego boku trójkąta. Punkt P dzieli każdy z tych trzech odcinków na dwa mniejsze. Do odczytania wartości współrzędnych punktu P należy z każdej pary odcinków wybrać ten, który jest położony po stronie wzrastających wartości na boku równoległym. Połączenie tych odcinków

z osiami liczbowymi (bokami trójkąta) wyznacza punkty  $a_p$ ,  $b_p$ ,  $c_p$ , których wartości procentowe są równe współrzędnym punktu P, a ich suma wynosi 100%. Jest to szczególna cecha wynikająca z właściwości trójkąta równobocznego i umożliwiająca bardzo szerokie zastosowanie wykresu trójkątnego.



Ryc. 2b. Określenie współrzędnych punktu za pomocą pomiaru wysokości

Fig. 2b. Finding point coordinates by measuring heights



$$a_p = \frac{PD}{a} \times 100\% \quad b_p = \frac{PE}{b} \times 100\% \quad c_p = \frac{PF}{c} \times 100\%$$

Ryc. 2c. Określenie współrzędnych punktu za pomocą pomiaru linii tworzących siatkę wykresu

Fig. 2c. Finding point coordinates by measuring grid lines

Innym sposobem wyznaczenia współrzędnych punktu P ( $a_p$ ,  $b_p$ ,  $c_p$ ) jest pomiarzenie wysokości wystawionych z każdego z boków trójkąta, które to wysokości w tym przypadku są osiami wykresu. Wartości na osiach wzrastają od podstawy – boku trójkąta (0%) ku wierzchołkowi trójkąta (100%). Z punktu P wyprowadza się odcinki prostopadłe do wszystkich osi, a na przecięciach odczytuje wartości współrzędnych (ryc. 2b). Takie czytanie trójkąta Osanna proponował m. in. J. Bertin (1973).

Ostatnim sposobem wyznaczenia współrzędnych punktu P ( $a_p$ ,  $b_p$ ,  $c_p$ ) jest pomiar długości odpowiednich linii tworzących siatkę wykresu. Podobnie jak w przypadku pomiaru na podstawie boków trójkąta należy wykreślić trzy odcinki równoległe do boków trójkąta (od punktu P ku wzrastającym wartościom na osiach). Współrzędne  $a_p$ ,  $b_p$ ,  $c_p$  to długości tych odcinków odniesione do długości odpowiednich boków trójkąta i wyrażone w procentach (ryc. 2c).

Zastosowanie nietypowego, trójkątnego układu współrzędnych, do którego stosowania nie jesteśmy przyzwyczajeni sprawia, że wyznaczanie współrzędnych, a zatem odczytywanie danych zapisanych w trójkącie Osanna może stwarzać pewne trudności. Ułatwieniem dla użytkownika są dobrze opisane osie. Niemal niemożliwy do odczytania staje się wykres trójkątny, na którym podano jedynie wartości wierzchołków trójkąta.

## 5. Interpretacja

Trójkąt Osanna znajduje zastosowanie do przedstawiania zjawisk o trójdzielnej strukturze. Dane w ten sposób przedstawione muszą sumować się do 100%. Odczytując współrzędne punktu P ( $a_p$ ,  $b_p$ ,  $c_p$ ) na podstawie jego położenia wewnątrz trójkąta równobocznego określa się udział poszczególnych elementów struktury (a, b, c).

Jeżeli punkt znajduje się w jednym z wierzchołków trójkąta (A, B lub C), wówczas udział jednego z trzech elementów struktury wynosi 100%, zaś udział pozostałych elementów to 0% (np. w punkcie A na rycinie 3 udział elementu a wynosi 100%, natomiast elementy b i c przyjmują wartości zerowe).

Umieszczenie punktu na jednym z boków trójkąta (np. punkt E na boku CB na rycinie 3) oznacza, że w tym przypadku jeden z trzech elementów (a) wynosi 0%, zaś pozostałe dwa dają w sumie 100% (b – 80% i c – 20%).

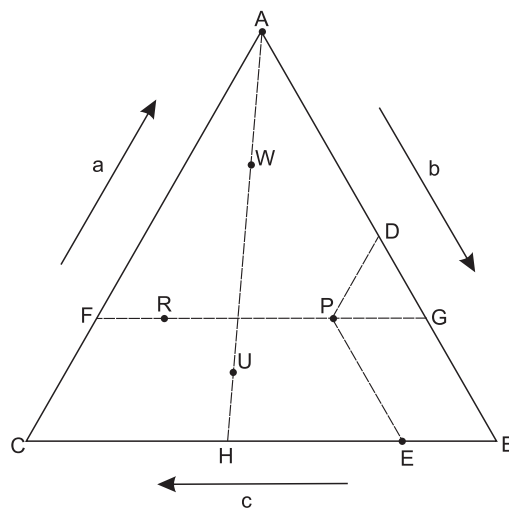
Punkty leżące wewnątrz trójkąta (np. punkt P na rycinie 3) opisują zdarzenia, w których uczestniczą wszystkie trzy elementy struktury (a, b i c) w różnych proporcjach.

Punkty umieszczone na linii równoległej do jednego z boków (np. punkty P i R na linii FG na rycinie 3) charakteryzują się stałym udziałem jednego elementu struktury (a).

Natomiast punkty umieszczone wzdłuż linii przechodzącej przez jeden z wierzchołków trójkąta (np. punkty U i W na linii HA na rycinie 3) charakteryzują się udziałem dwóch elementów b i c w stałej proporcji oraz zróżnicowanym udziałem elementu a.

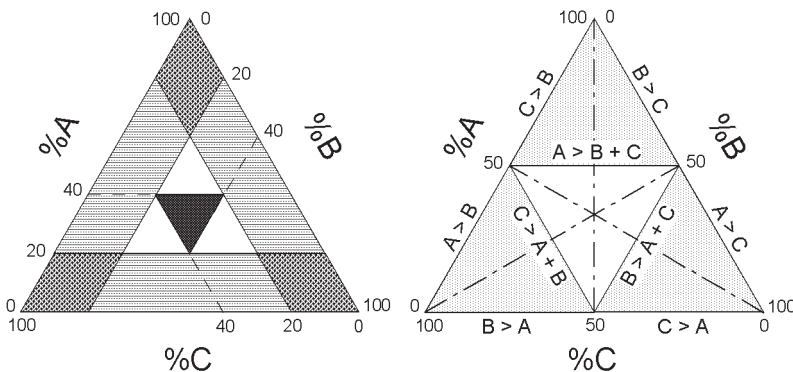
Poprawna interpretacja trójkąta Osanna oparta jest na zrozumieniu znaczenia położenia punktów w trójkącie. Dość często powierzchnię wewnątrz wykresu dzieli się na mniejsze pola (np. trójkąty, czworokąty lub inne), by w trójkącie wyznaczyć obszary występowania punktów o podobnych wartościach elementów struktury (ryc. 4). W ten sposób dość łatwo możemy wyznaczyć obszary, na których dominuje jeden element (przy wierzchołkach), takie gdzie udział dwóch elementów struktury jest podobny (pośrodku boków trójkąta) oraz takie gdzie wszystkie elementy wymieszane są mniej więcej równomiernie.





Czytanie i interpretacja wykresu trójkątnego może odbywać się na dwóch poziomach. Na poziomie ogólnym, gdy mówimy jedynie o równowadze elementów struktury lub o przewadze któregoś z nich. Na poziomie szczegółowym,



Ryc. 3. Interpretacja położenia punktów w trójkącie Osanna

Fig. 3. Interpretation of point location in Osanna triangle



- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|  | jeden składnik bardzo mały, <20%                 |  | składniki równomiernie wymieszane; żaden >40%, <20% |
|  | dwa składniki b. małe, <20%; jeden b. duży, >60% |  | jeden składnik przeważający, >50%                   |

Ryc. 4. Znaczenie punktów w poszczególnych częściach trójkąta Osanna (L. Ratajski 1989)

Fig. 4. Significance of points in particular parts of Osanna triangle (L. Ratajski 1989)

gdy udziały poszczególnych elementów określamy już nie w kategoriach porządkowych, jako mniejsze lub większe, dominujące lub słabe, ale przez podanie konkretnych wartości liczbowych, najczęściej wyrażonych w procentach.



Ryc. 5. Struktura PKB według działów gospodarki w wybranych państwach 2001 (*Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland* [A5], 11 Bd. *Deutschland und die Welt*, 2005, s. 34)

Fig. 5. GNP structure according to economy sectors in selected countries in 2001 (*Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland* [A5], 11 Bd. *Deutschland und die Welt*, 2005, p. 34)

## 6. Zastosowanie

Trójkąt Osanna bywa stosowany w statystyce i kartografii społeczno-gospodarczej do przedstawiania struktury zjawisk, do przedstawiania typologii, a także jako legenda i pomoc przy wyznaczaniu klas kartogramów.

Każdy punkt umieszczony na wykresie oznacza jedno zdarzenie (obiekt, jednostkę przestrzenną). Istotą tego wykresu jest pokazanie, jaką część całości stanowią poszczególne elementy struktury, jaki jest ich wzajemny stosunek, a także porównanie tych samych elementów w dwóch lub większej liczbie zdarzeń. Na podstawie zbioru punktów w trójkącie wnioskuje się o tendencjach zjawisk, dokonuje ich porządkowania i grupowania oraz przeprowadza wiele szczegółowych analiz.

### 6.1. Przedstawianie struktury zjawiska w ujęciu statycznym i dynamicznym

Najczęstszym zastosowaniem trójkąta Osanna jest użycie tego wykresu do przedstawienia trójdzielnej struktury zbiorowości. Przykładem trójdzielnej zbiorowości jest wartość Produktu Krajowego Brutto (PKB), wyrażająca wielkość produkcji wytworzonej w ciągu roku przez jednostki zlokalizowane na terytorium danego kraju. Jest to najczęściej stosowana syntetyczna miara poziomu rozwoju gospodarki i stopy życiowej ludności danego kraju, na podstawie której Bank Światowy wyróżnia trzy grupy krajów: kraje wysoko rozwinięte gospodarczo, średnio rozwinięte oraz słabo rozwinięte gospodarczo. Na rycinie 5 pokazano strukturę PKB poprzez określenie udziału poszczególnych sektorów gospodarki: I sektor – rolnictwo, rybołówstwo i leśnictwo, II sektor – przemysł, budownictwo oraz III sektor – usługi. Udział tych sektorów gospodarki w tworzeniu PKB daje obraz osiągniętego poziomu rozwoju gospodarczego danego kraju. W miarę rozwoju gospodarczego maleje udział rolnictwa w tworzeniu PKB (np. Niemcy, Włochy, Hiszpania na rycinie 5). Sektor ten jest natomiast podstawą gospodarki w krajach słabo rozwiniętych (np. Tanzania i Demokratyczna Republika Konga na rycinie 5). Osobną grupą, wyraźnie zaznaczoną na rycinie 5, są tzw. tygrysy azjatyckie: Chiny, Indonezja i Malezja, w których bardzo szybko wzrasta udział sektora przemysłowego w tworzeniu PKB. Wynika to z przenoszenia części produkcji przemysłowej z krajów wysoko rozwiniętych, dysponujących kapitałem do krajów słabo rozwiniętych, w których jest tania siła robocza.

Strukturę zjawiska w trójkącie Osanna można pokazać w ujęciu statycznym, w konkretnym roku (np. struktura PKB w wybranych państwach w 2001 roku pokazana na rycinie 5) albo w ujęciu dynamicznym, gdy chcemy pokazać zmiany wartości poszczególnych elementów struktury zachodzące w określonym czasie. Takim „wędrującym” wykresem na rycinie 6 pokazano zmiany struktury zatrudnienia ludności Japonii w sześciu kolejnych dziesięcioleciach XX wieku.

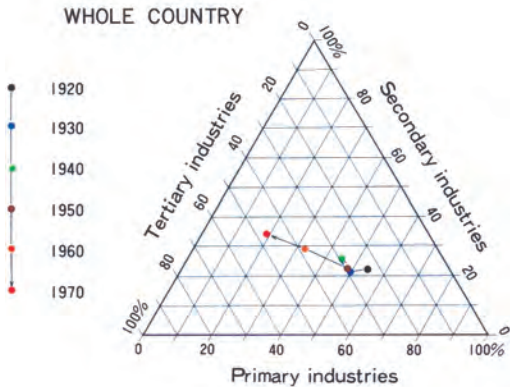
Punkty umieszczone na wykresie mogą różnić się np. wielkością, kształtem, jasnością lub kolorem. W ten sposób można pokazać dodatkowe informacje. Na rycinie 6 właśnie kolor wykorzystano do pokazania dynamiki zjawiska. Różnokolorowe punkty oznaczają różne lata. Na



rycynie 7 przedstawiono strukturę cudzoziemców mieszkających w Niemczech według długości ich stałego pobytu. Zamieszczony tam trójkąt Osanna jest objaśnieniem do mapy świata, na której diagramami pokazano liczbę

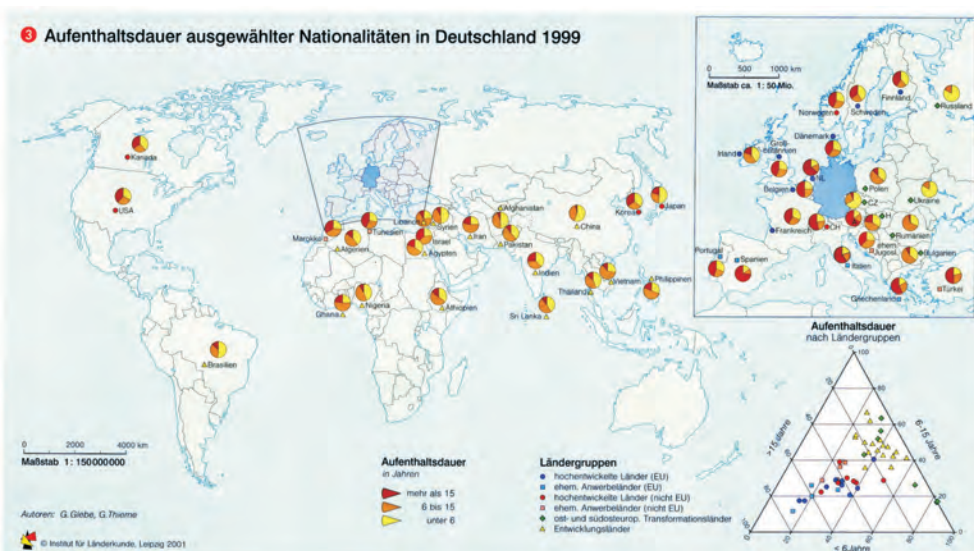
umieszczony w trójkącie Osanna oznacza jeden kraj. Punkty te zostały dodatkowo zróżnicowane kształtem i kolorem, by w ten sposób pokazać typ kraju, z którego przybywają imigranci (m. in. kraje wysoko rozwinięte, kraje przechodzące transformacje ustrojowe, kraje słabo rozwinięte). Czytanie i interpretacja diagramów strukturalnych bywa dość trudna, zwłaszcza gdy wielkości kątowe elementów struktury niewiele się różnią. Objasnienie tego sposobu prezentacji na wykresie trójkątnym sprawia, że dość sprawnie potrafimy odczytać udziały procentowe poszczególnych elementów struktury, bez potrzeby zamieniania wartości kątowych na procentowe. Takie rozwiązanie pozwala na analizę wybranego elementu struktury w różnych krajach. Odczytanie tego z mapy byłoby o wiele bardziej skomplikowane.

Jak wynika z przedstawionych na rycinach 5, 6 i 7 przykładów, trójkąt Osanna można wykorzystać do przedstawiania struktury zjawiska zarówno jako samoistną formę prezentacji, ale również jako objaśnienie innej formy prezentacji kartograficznej.



Ryc. 6. Zmiany struktury zatrudnienia ludności Japonii (*The National Atlas of Japan* [A6], 1977)

Fig. 6. Changes in the structure of employment in Japan (*The National Atlas of Japan* [A6], 1977)



Ryc. 7. Pobyt stały cudzoziemców w Niemczech (*Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland* [A5], 11 Bd. *Bevölkerung*, 2001, s. 77)

Fig. 7. Permanent residence of foreigners in Germany (*Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland* [A5], 11 Bd. *Bevölkerung*, 2001, p. 77)

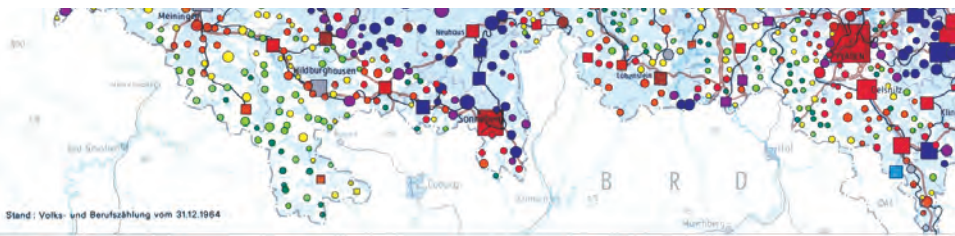
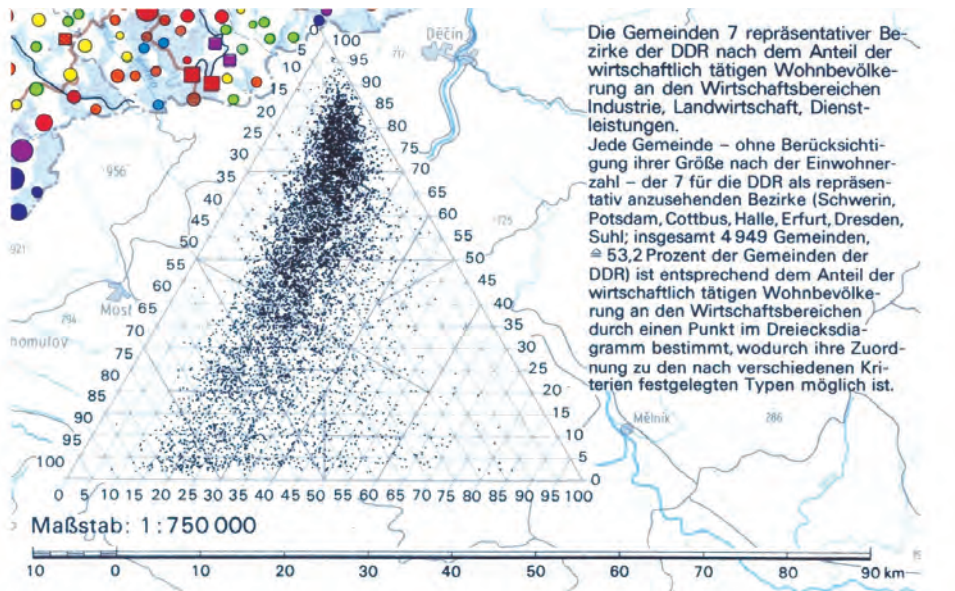
cudzoziemców z poszczególnych krajów. Struktura diagramów przedstawia długość pobytu w Niemczech w trzech przedziałach: poniżej 6 lat, od 6 do 15 lat oraz powyżej 15 lat. Każdy punkt

## 6.2. Przedstawianie typologii zjawisk

Wśród szerokich zastosowań wykresu trójkątnego znaleźć można próby przedstawiania

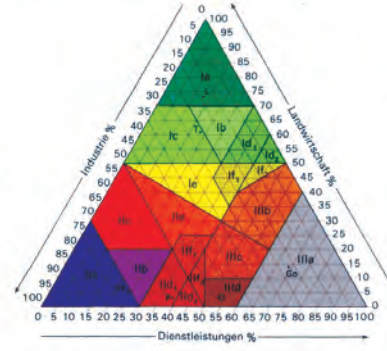






**Gemeindetypen nach der wirtschaftlich tätigen (= berufstätigen) Wohnbevölkerung je Gemeinde**

Typ	Industrie (I)	Landwirtschaft (L)	Dienstleistungen (D) und ihre Besonderheiten
<b>Agrarisch betonte Gemeinden</b>			
Ia	> 70 stark überwiegend	< 30 sehr beachtlich	
Ib	< 20 gering	> 50 überwiegend	< 30 sehr beachtlich
Ic	> 20 beachtlich	> 50 überwiegend	< 30 sehr beachtlich
Id <sub>1</sub>	< 20 gering	> 50 überwiegend	> 30 bedeutend (H + VI) · N ≥ 2:1
Id <sub>2</sub>	> 20 gering	> 50 überwiegend	> 30 bedeutend (H + VI) · N ≤ 1:2
Ie	< 50 sehr bedeutend	< 50 sehr bedeutend	> 40 bedeutend
If <sub>1</sub>	< 25 beachtlich	< 50 sehr bedeutend	> 30 bedeutend (H + VI) · N ≥ 2:1
If <sub>2</sub>	< 25 beachtlich	< 50 sehr bedeutend	> 30 bedeutend (H + VI) · N ≤ 1:2
<b>Industriell betonte Gemeinden</b>			
Ila	> 70 stark überwiegend	< 30 sehr beachtlich	
Ilb	> 50 überwiegend	< 20 gering	< 40 sehr bedeutend
Ilc	> 50 überwiegend	> 20 beachtlich	< 40 sehr beachtlich
Ild <sub>1</sub>	> 50 überwiegend	< 20 gering	< 40 bedeutend
Ild <sub>2</sub>	> 50 überwiegend	< 10 sehr gering	> 40 sehr bedeutend
Ile	< 50 sehr bedeutend	< 25 sehr bedeutend	< 40 bedeutend
If <sub>1</sub>	< 50 sehr bedeutend	< 25 beachtlich	< 40 bedeutend
If <sub>2</sub>	< 50 sehr bedeutend	< 20 gering	> 40 sehr bedeutend
<b>Gemeinden mit überwiegendem Dienstleistungssektor</b>			
Illa	> 70 stark überwiegend	> 60 wesentlich überwiegend	
Illb	< 30 sehr beachtlich	> 20 beachtlich	> 40 sehr überwiegend
Illc	< 50 sehr bedeutend	< 30 sehr beachtlich	> 40 sehr bedeutend
Illd	< 50 sehr bedeutend	< 10 sehr gering	> 45 sehr bedeutend
<b>Gemeinden mit überwiegendem Anteil am Gesundheits-u. Erholungswesen</b>			
IV	> 60	> 60	wesentl. überwiegend (H + VI) · N ≤ 1:2



**Erläuterung der Standortdarstellung**

Durch den Anteil der wirtschaftlich tätigen Wohnbevölkerung (wtWb) in I, L und D läßt sich jeder Gemeindepunkt im Strukturdiagramm und damit in seinem bestimmten Typenfeld zuordnen.

- (I) Labisch, Kr. Oschitz, nG, GKI 1, Typ Ia, wtWb 80  
in I: 31 = 37,7%  
in L: 59 = 72,8%  
in D: 10 = 12,5%
- (II) Trause, Kreis Nordhausen, nG, GKI 2, Typ Ib, wtWb 220  
in I: 46 = 20,9%  
in L: 133 = 60,9%  
in D: 41 = 18,6%
- (III) Gera, Kreis Weizsäcker, St. GKI 5, Typ Ild<sub>1</sub>, wtWb 3 092  
in I: 2 175 = 70,4%  
in L: 159 = 5,1%  
in D: 758 = 24,5%
- (IV) Pölsch, St. GKI 7, Typ Illc, wtWb 150 70  
in I: 6 860 = 55,1%  
in L: 380 = 3,0%  
in D: 7 830 = 38,1%
- (V) Gera, Landkr. Potsdam, nG, GKI 3, Typ Illb, wtWb 581  
in I: 103 = 17,7%  
in L: 80 = 13,8%  
in D: 398 = 68,5%
- (VI) Döllsch, St. GKI 7, Typ Illc, wtWb 11 422  
in I: 5 025 = 44,0%  
in L: 488 = 4,3%  
in D: 5 909 = 51,7%

Ryc. 9. Struktura zatrudnienia ludności według gmin w dniu 31 grudnia 1964 r. (Atlas Deutsche Demokratische Republik [A1], 1976)

Fig. 9. Structure of employment in regional districts on 31 December 1964 (Atlas Deutsche Demokratische Republik [A1], 1976)



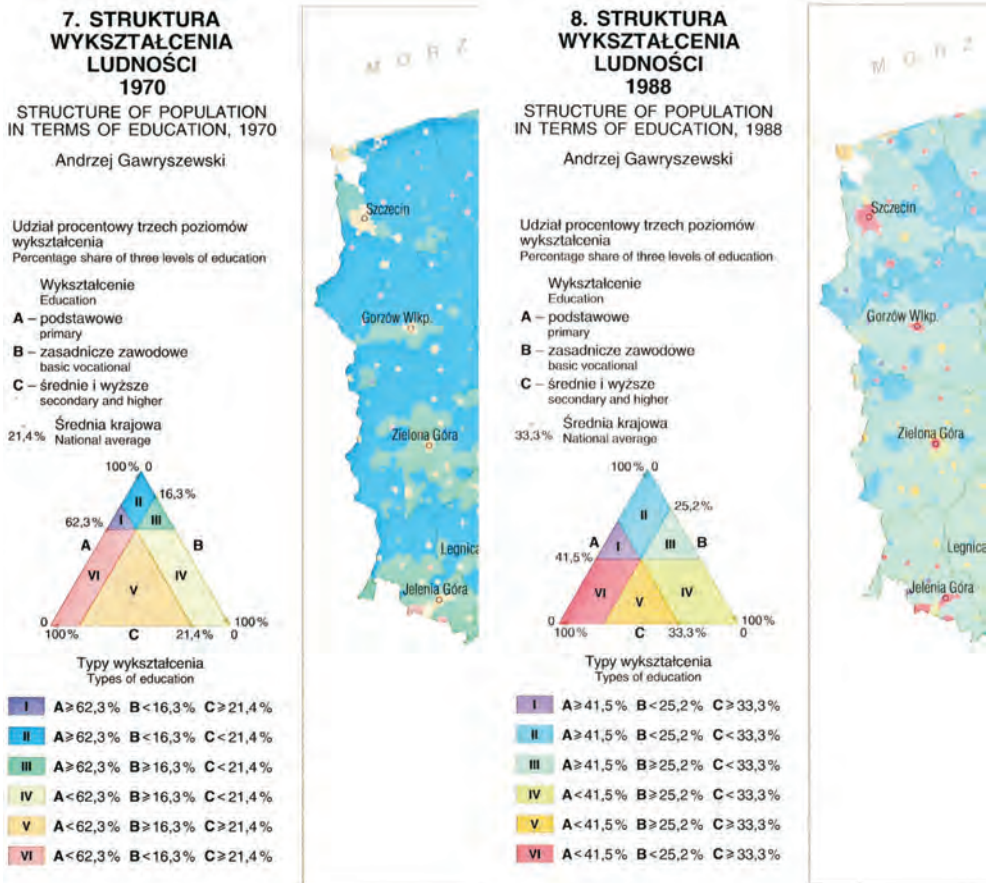
gandy kartogramu strukturalnego. W *Atlasie Rzeczypospolitej Polskiej* [A2] na arkuszach przedstawiających strukturę wykształcenia ludności (ryc. 10) każda z przedstawionych na mapie gmin została zakwalifikowana do jednego z sześciu typów wykształcenia ludności. Pola podstawowe (gminy) tego samego typu połączone w większe obszary poprzez usunięcie granic gmin.

Trójkąt Osanna może być samoistną formą prezentacji albo integralną częścią mapy tematycznej – jej uzupełnieniem bądź legendą. Odnosi się to zwłaszcza do kartogramów, choć nie tylko (patrz ryc. 7).

Kartogram strukturalny jest specyficzną, rozbudowaną formą kartogramu prostego. Służy on

ilustracji jednego zagadnienia, ale z podziałem na elementy jego struktury, wyrażone w procentach. Kartogram strukturalny może przyjmować różną formę graficzną. Mogą to być pionowe lub ukośne pasy w obrębie danego pola odniesienia. Do prezentacji określonego zagadnienia za pomocą kartogramu strukturalnego można również zastosować odpowiednio opracowaną skalę barwną. Jeżeli przedstawiane zagadnienie składa się z trzech elementów struktury, wówczas do wyznaczenia klas może posłużyć wykres trójkątny.

Istnieje wiele sposobów wyznaczania klas kartogramu (J. Paślowski 2003). Większość nich można zastosować również w odniesieniu do kartogramu strukturalnego. Ułatwieniem w wy-



Rys. 10. Struktura wykształcenia ludności według gmin w 1970 i 1988 roku (*Atlas Rzeczypospolitej Polskiej* [A2], 1993–1997)

Fig. 10. Structure of education in regional districts in 1970 and 1988 (*Atlas Rzeczypospolitej Polskiej* [A2], 1993–1997)

**1. MIESZKANIA  
WEŁUG OKRESU BUDOWY  
1988**

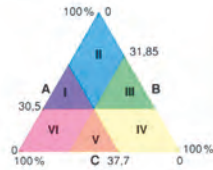
DWELLINGS BY PERIOD  
OF CONSTRUCTION  
1988

Alina Muziol-Węclawowicz

Odsetek mieszkań wybudowanych  
Percentage of dwellings constructed

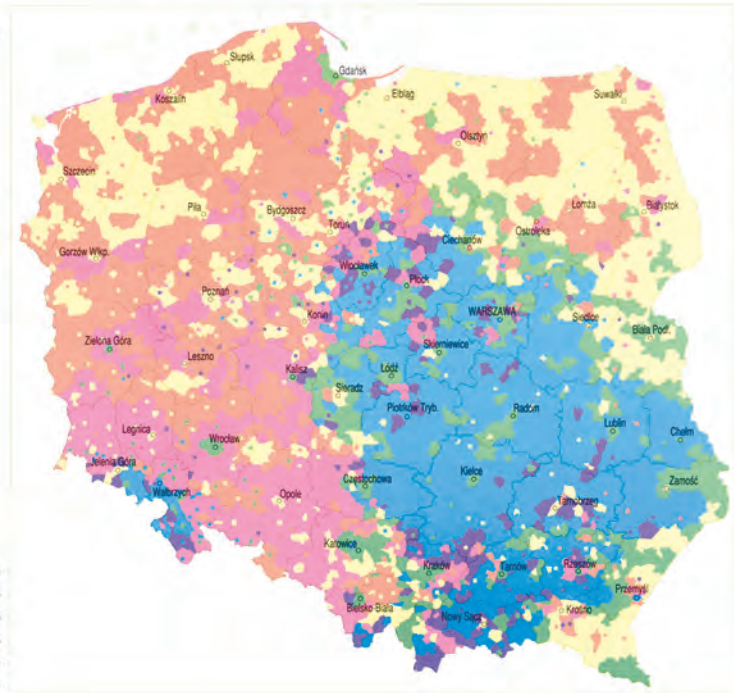
- A – przed 1945  
before 1945
- B – w latach 1945–1970  
in years 1945–1970
- C – w latach 1971–1988  
in years 1971–1988

Średnia krajowa  
National average



Zasoby mieszkaniowe  
Types of housing stock structure

- I A > 30,5% B < 31,85% C > 37,7%
- II A > 30,5% B < 31,85% C < 37,7%
- III A > 30,5% B > 31,85% C < 37,7%
- IV A < 30,5% B > 31,85% C < 37,7%
- V A < 30,5% B < 31,85% C > 37,7%
- VI A < 30,5% B < 31,85% C > 37,7%



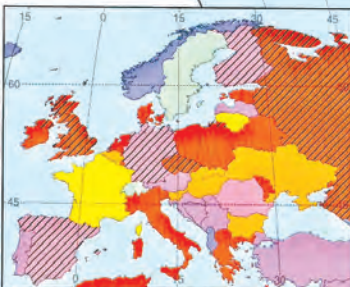
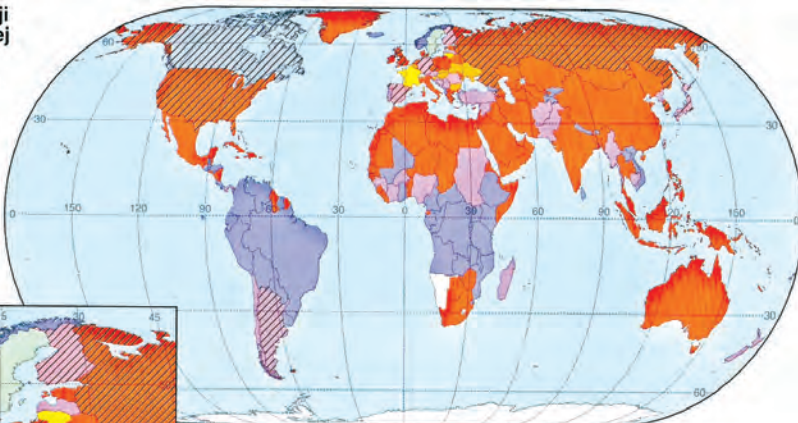
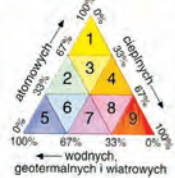
Ryc. 11. Granice klas wyznacza średnia krajowa (*Atlas Rzeczypospolitej Polskiej* [A2], 1993–1997)

Fig. 11. Class limits determined by national average (*Atlas Rzeczypospolitej Polskiej* [A2], 1993–1997)

**Struktura produkcji  
energii elektrycznej**

Przemysł Śleszyński

Udział energii z elektrowni:



- C=0-33%, W=0-33%, A=67-100%
- C=0-33%, W=33-67%, A=33-67%
- C=0-33%, W=0-33%, A=33-67%
- C=33-67%, W=0-33%, A=33-67%
- C=67-100%, W=0-33%, A=0-33%
- C=0-33%, W=67-100%, A=0-33%
- C=0-33%, W=33-67%, A=0-33%
- C=33-67%, W=33-67%, A=0-33%
- C=33-67%, W=0-33%, A=0-33%
- C=67-100%, W=0-33%, A=0-33%
- A=10-33%
- brak produkcji energii elektrycznej
- obszary niezamieszkałe i brak danych

Ryc. 12. Granice klas wyznaczono dzieląc trójkąt Osanna na 9 jednakowych pól (*Encyklopedyczny Atlas Świata* [A3], 2001)

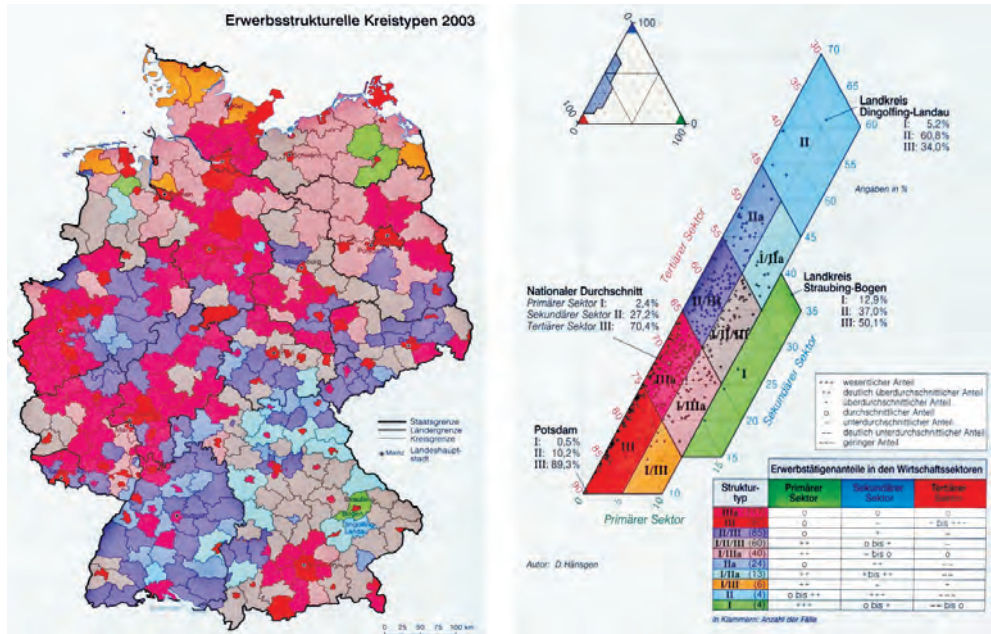
Fig. 12. Class limits determined by division of Osanna triangle into 9 equal parts (*Encyklopedyczny Atlas Świata* [A3], 2001)





Ryc. 13. Granice klas wyznaczone w miejscach zagęszczenia punktów z pozostawieniem pustych obszarów na trójkącie Osanna (Geograficzny Atlas Świata [A4], 2001)

Fig. 13. Class limits determined in places of high point density, with empty areas on Osanna triangle (Geograficzny Atlas Świata [A4], 2001)



Ryc. 14. Granice klas wyznaczone na ośmiokątnym fragmencie trójkąta Osanna (Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland [A5], 7 Bd. Arbeit und Lebensstandard 2006, s. 18)

Fig. 14. Class limits determined on an octagonal fragment of Osanna triangle (Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland [A5], 7 Bd. Arbeit und Lebensstandard 2006, p. 18)

znaczeniu klas są wykresy ilustrujące rozkład zjawiska. Klasy kartogramu strukturalnego składającego się z trzech elementów struktury wyznacza się na podstawie rozkładu punktów narysowanych w trójosiowym układzie współrzędnych, czyli np. w trójkącie Osanna. Przeglądając mapy znaleźć można wiele różnych sposobów wyznaczenia klas na podstawie wykresu trójkątnego. Jednym z nich jest przyjęcie wartości średniej zjawiska jako granicy klas. Taki sposób wydzielenia klas pokazano w *Atlasie Rzeczypospolitej Polskiej* [A2] na mapie ilustrującej liczbę mieszkań według okresu budowy (ryc. 11). Na trzech osiach wykresu trójkątnego pokazano odsetek mieszkań wybudowanych przed 1945, w latach 1945–1970 oraz 1971–1988. Na każdej z osi zaznaczono średni odsetek mieszkań wybudowanych w danym okresie w całej Polsce. Wartości te stały się podstawą do wyznaczenia sześciu klas kartogramu.

Można również wyznaczyć klasy poprzez podzielenie każdej osi na równe części. Przy podziale na dwie części po 50% otrzymujemy cztery jednakowej wielkości pola odpowiadające klasom kartogramu, zaś dzieląc każdą oś na trzy części po 33% otrzymamy aż dziewięć pól (ryc. 12).

Na mapach znaleźć można inne dość nietypowe podziały trójkąta Osanna. Nie zawsze w wyniku tych podziałów otrzymujemy pola o jednakowym, foremnym kształcie. Układ pól wynika z ułożenia punktów w trójkącie, czyli z rozkładu wartości zjawiska w poszczególnych polach odniesienia. Zdarza się również, że punkty nie są rozłożone na całej powierzchni trójkąta, ale skupiają się w jego jednej części (ryc. 13). Wówczas granice klas wyznacza się tylko na obszarze zagęszczenia punktów. Postępowanie takie wydaje się logiczne, bowiem jedną z głównych zasad respektowanych podczas wyznaczania klas kartogramu jest unikanie klas pustych.

## Literatura

- Bertin J., 1973, *Semiologie graphique: les diagrammes, les réseaux, les cartes*. Wyd. II. Paris, Le Haye: Mouton, Gauthier–Villars.
- Byzow Ł. A., 1951, *Graficzne metody w statystyce, planowaniu i ewidencji*. Warszawa: Państwowe Wydawn. Gospodarcze.
- Kocimowski K., Kwiatek J., 1977, *Wykresy i mapy statystyczne*. Warszawa: Główny Urząd Statystyczny.
- Malmon G., 2007, *Trójkąt Osanna jako forma prezentacji i legenda map tematycznych*. Praca licen-

Czasem w legendzie mapy rysuje się tylko fragment wykresu trójkątnego, w którym skupiają się punkty. W takiej sytuacji należy wyraźnie zaznaczyć, jaki fragment całego trójkąta został podzielony na klasy, by nie dezinformować użytkownika mapy (ryc. 14).

Bardzo istotnym zagadnieniem jest odpowiedni dobór środków graficznych do opracowania kartogramu strukturalnego. Obecnie, ze względu na duże możliwości techniczne i wynikającą z nich łatwość mieszania barw, najczęściej stosuje się skale barwne wielotonalne. Wyznaczone na wykresie trójkątnym klasy należy rozkolorować tak, by poszczególne barwy były dobrze rozróżnialne, a cały ich system spójny i logiczny. Istnieje kilka sposobów dobierania barw. Czasem na trzech osiach stosuje się trzy skale wielotonalne połączone tak, by ostatnia barwa jednej skali była jednocześnie pierwszym stopniem skali następnej (ryc. 11). W narożnikach trójkąta mamy wówczas barwy podstawowe, zaś pozostałe klasy wypełnione są barwami mieszanymi. Innym sposobem rozkolorowania kartogramu strukturalnego jest zastosowanie w narożnikach trójkąta barw najciemniejszych, najbardziej nasyconych i ich stopniowe rozjaśnianie ku środkowi trójkąta (ryc. 8).

Jak widać, możliwości zastosowania trójkąta Osanna są bardzo szerokie. Mimo to wykres trójkątny nie jest popularny, choć można go już opracować za pomocą niektórych programów komputerowych (np. program *Grapher*). Stosunkowo nieczęste stosowanie tej metody wynika zapewne z faktu, iż jest to prezentacja pracochłonna i trudnoczytelna, ponieważ użytkownicy map nie mają dużej wprawy w czytaniu trójosiowego układu współrzędnych. Należy jednak podkreślić, iż w tego rodzaju prezentacji można zawrzeć bardzo wiele informacji, których pokazanie w inny sposób wymagać może opracowania więcej niż jednej mapy.

- cyjaka wykonana w Katedrze Kartografii Uniwersytetu Warszawskiego pod kierunkiem J. Koryckiej-Skorupy.
- Multilingual Dictionary of Technical Terms in Cartography*. Wiesbaden: Franz Steiner Verlag GmbH, 1973.
- Paślowski J., 2003, *Jak opracować kartogram*. Wyd. II. Warszawa: Wydział Geografii i Studiów Regionalnych Uniw. Warszawskiego.
- Ratajski L., Winid B., 1963, *Kartografia ekonomiczna*. Wyd. II, Warszawa: PPWK.



Ratajski L., 1989, *Metodyka kartografii społeczno-gospodarczej*. Wyd. II, Warszawa: PPWK.

Rosenbusch H., Osann A., 1937, *Zasady nauki o skałach*. Warszawa: Wydawnictwo Kasy im. Miąnowskiego – Instytut Popierania Nauki.

Ziomek M. J., 1958, *Metody graficzne w statystyce*. Warszawa: Państwowe Wydawn. Gospodarcze.

### Atlasy

[A1] *Atlas Deutsche Demokratische Republik*. Gotha/Leipzig, VEB Harmann Haack, Geographisch-Kartographische Anstalt, 1976.

[A2] *Atlas Rzeczypospolitej Polskiej*. Warszawa, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Główny Geodeta Kraju, 1993–1997.

[A3] *Encyklopedyczny Atlas Świata*. Kraków, Opress, 2001.

[A4] *Geograficzny Atlas Świata*. Łódź, Res Polona & Westermann, 2001.

[A5] *Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland in 12 Bänden*. Berlin/Leipzig, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Institut für Länderkunde, 2000–2006.

[A6] *The National Atlas of Japan*. Japan, Geographical Survey Institute, 1977.

Recenzował prof. dr hab. Jerzy Mościbroda

## Osanna Triangle as a form of presentation and legend of thematic maps

### Summary

**Key words:** triangular diagram, Osanna triangle, choropleth presentation

Osanna Triangle, also known as a triangular diagram, is a specific method of data presentation, used in statistics and socio-economic cartography to present phenomena of three-fold structure. This type of diagram presents which part of the whole is composed by particular elements, what the proportion of those elements is and how similar elements in two or more various entities compare. It is used as an independent presentation form as well as a legend of thematic maps.

The term 'Osanna Triangle' comes from a name of a German mineralogist, Alfred Karl Osanna (1859–1923), who analyzed minerals according to their atomic and particle contents. The chemical classification of rocks, which he prepared, was presented on triangular diagrams.

Osanna Triangle is a diagram of relations of three variables placed in a system of three coordinates. The location of each point within the triangle is determined

by three coordinates, read at its sides, on heights led from its angles or on lines of the grid (fig. 2).

Proper interpretation of the diagram bases on the understanding of significance of points' placement within the triangle. Often the triangle is divided into smaller units (triangles, rectangles) in order to establish areas where points with similar features occur (fig. 4).

This diagram can be used to present the structure of a given statistical set and also conclusions about the whole set (fig. 5). Also, it can show the dynamics of a phenomenon through changing value of particular elements of the structure in time (fig. 6). Osanna Triangle is frequently used as an explanation, map legend, most often related to a choropleth presentation. Basing on a triangular diagram one can conclude about the distribution of phenomenon's value and determine choropleth classes.

Application of an unorthodox triangular set of coordinates, to which we are not used, makes the perception of Osanna Triangle rather difficult. Perhaps this is why this method of data presentation is not commonly used.

Translated by M. Horodyski

## Треугольник Осанна как форма изображения статистических данных и легенда тематических карт

### Резюме

Треугольник Осанна, называемый также треугольной диаграммой, является специфическим способом изображения данных, применяемым в статистике и социально-экономической картографии для презентации явлений с тройственной структурой. Сущность этой диаграммы заключается в показании, какую часть совокупности со-

ставляют отдельные слагаемые, какое взаимное соотношение этих слагаемых, а также сравнение этих же составляющих элементов в двоих или большем числе совокупностей. Применяется он как самостоятельная форма презентации, а также как легенда тематических карт.

Термин „треугольник Осанна“ происходит от

фамилии немецкого минералога Альфреда Карла Осанна (1859–1923), который анализировал минералы на основе атомного и молекулярного состава. Разработанную им химическую классификацию горных пород изображал на треугольных диаграммах.

Треугольник Осанна это диаграмма зависимости трёх переменных, помещенных в треугольной системе координат. Положение каждой точки в пределах этого треугольника описывается тремя координатами, считываемых на боках треугольника, на высотах, выведенных из его вершин, или на линиях, создающих сетку (рис. 2).

Правильная интерпретация диаграммы опирается на понимании значения положения точек в треугольнике. Часто поверхность треугольника делится на меньшие поля (например, треугольники, четырёхугольники), чтобы таким образом определить пространства выступления точек с похожими чертами (рис. 4).

Эта диаграмма применяется для изображения структуры совокупности и оценки всей совокупности (рис. 5). Таким способом можно также изобразить динамику явления путём показания изменения величины отдельных элементов структуры в различных периодах времени (рис. 6). Треугольник Осанна очень часто применяется в качестве объяснения, легенды карты, чаще всего в отношении к структурной картограмме. На основе треугольной диаграммы можно делать выводы о распределении величины явления и определять классы картограммы.

Применение нетипичной, треугольной системы координат, к использованию которой мы не привыкли, приводит к тому, что чтение и интерпретация треугольника Осанна являются довольно трудными. Может быть, именно поэтому, этот способ изображения данных не принадлежит к часто применяемым.

*Перевод Р. Толстикова*